

*А.В. Васильченко, канд. техн. наук, доцент, УГЗУ*

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ КОЭФФИЦИЕНТОВ ФУНКЦИИ ЦЕЛИ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ТРОСОВЫХ СПАСАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В ВЫСОТНОМ ЗДАНИИ**

(представлено д-ром техн. наук В.М. Комяк)

Показана возможность применения метода экспертных оценок для получения численных значений коэффициентов функции цели для определения оптимального состава технических средств спасения (ТСС) и их размещения в высотном здании. Коэффициенты учитывают надежность, относительную безопасность и удобство самостоятельного использования тросовых ТСС.

**Постановка проблемы.** В высотных зданиях при пожарах или других чрезвычайных ситуациях, когда основные эвакуационные пути заблокированы, а пожарные не имеют возможности организовать спасательные работы на верхних этажах, люди должны иметь возможность покинуть здание с любого этажа самостоятельно, используя технические средства, и не ожидая спасателей. Поэтому применение технических средств спасения (ТСС) людей из высотных зданий обязательно должно быть предусмотрено на стадии проектирования высотных зданий. На рынке систем безопасности имеется много конструкций ТСС (тросовых, рукавных, лифтовых и др.) различных модификаций. В связи с этим заказчику строительства или владельцу высотного здания необходимо сделать выбор конкретных типов ТСС и указать места их размещения на этажах здания. Таким образом, для принятия решения о применении ТСС в высотном здании необходимо решить проблему выбора: сколько и каких именно средств самоспасения разместить на этажах [1].

**Анализ последних исследований и публикаций.** В работе [2] для определения оптимального состава спасательных средств и их размещения в здании предлагается функция цели в виде

$$\frac{T(\Psi^*)}{T_{\text{офп}}} = \min_W \left[ r_1 \frac{T_1(\Psi)}{T_{\text{офп}}} + r_2 \frac{T_2(\Psi)}{T_{\text{офп}}} + \dots + r_m \frac{T_m(\Psi)}{T_{\text{офп}}} \right], \quad (1)$$

где  $T(x_1^*, y_1^*, z_1^*, \dots, x_n^*, y_n^*, z_n^*)$  – время эвакуации при фиксированном месте расположения ТСС;  $(\Psi) \equiv (x_1, y_1, z_1, \dots, x_n, y_n, z_n)$ ;  $W$  – область допустимых значений для всех возможных вариантов

---

---

использования ТСС;  $m$  – количество типов ТСС;  $T_{\text{офп}}$  – необходимое время эвакуации (достижение критического значения одного из опасных факторов пожара) [3];  $T(x_1, y_1, z_1, \dots, x_n, y_n, z_n)$  – фактическое время эвакуации всех людей из высотного здания, зависящее от расположения (координат) ТСС в здании;  $r_1, r_2, \dots, r_m$  – коэффициенты, учитывающие как безопасность процесса эвакуации с учетом психологической нагрузки, так и надежность спасательных устройств.

На основе приведенной функции цели можно построить математическую и компьютерную модель для обоснованного выбора технических спасательных средств из ряда предложенных и оснащения ими высотного здания.

**Постановка задачи и ее решение.** Коэффициенты  $r_1, r_2, \dots, r_m$  в формуле (1) существенно влияют на конечный результат. Поэтому важно найти способ их количественного определения. Сложность определения указанных коэффициентов обусловлена тем, что они отражают критерии, которые либо очень трудно, либо невозможно измерить. Это надежность механизмов спасательного устройства, удобство и относительная безопасность его использования. Интегрально оценить эти критерии можно, воспользовавшись методом экспертных оценок. Таким образом, задачей данной работы является проверка возможности использования метода экспертных оценок для количественного определения коэффициентов  $r_1, r_2, \dots, r_m$  в формуле функции цели (1).

Решение задачи осуществлялось на примере сравнения нескольких тросовых спасательных систем. Группа экспертов из 5 человек рассмотрела характеристики, являющиеся общими для разных тросовых спасательных систем, и по 10-бальной шкале оценила показатели этих характеристик, определяющие различные типы устройств. Пользуясь критериями надежности, относительной безопасности и удобства самостоятельного использования, эксперты давали интегральную оценку каждому показателю. Показатели объединялись в кластеры по признаку общности характеристик.

Целью экспертной оценки было выяснение степени важности каждого из выбранных показателей при необходимости охарактеризовать тросовое спасательное средство произвольной конструкции. Результаты рассмотрения характеристик тросовых спасательных систем показаны в таблице.

Взвешенная оценка показателей рассчитывалась внутри каждого кластера по формулам [4]:

$$w_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}} ; \quad (2)$$

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^m w_{ij}}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n w_{ij}} , \quad (3)$$

где  $w_{ij}$  – весовой коэффициент оценки показателя, данной экспертом;  $x_{ij}$  – оценка показателя, данная экспертом;  $i$  – номер показателя в кластере,  $i = 1, \dots, n$ ;  $j$  – номер эксперта,  $j = 1, \dots, m$ ;  $w_i$  – весовой коэффициент показателя, усредненного по оценкам всех экспертов.

**Таблица – Основные характеристики тросовых спасательных систем**

№ п/п	Характеристика кластера	Показатель	Средняя оценка, $x_{ij}$	Весовой коэфф., $w_i$
1	Хранение	1. В отдельном помещении	6	0.35
		2. В специальном шкафу в рабочем помещении	8	0.47
		3. На рабочем месте	3	0.17
2	Способ крепления спасательного устройства	1. Стационарное в месте хранения	9	0.51
		2. В специально обустроенных местах	7	0.38
		3. В произвольных местах	2	0.10
3	Тип надеваемого снаряжения	1. "Беседка"	6	0.18
		2. Спасательный жилет	8	0.25
		3. "Косынка"	7	0.22
		4. "Мешок"	6	0.19
		5. Петля для руки	2	0.06
		6. Петля для ноги	3	0.09
4	Регулировка скорости спуска	1. Автоматическое	10	0.58
		2. Приспособление для ручного регулирования	6	0.31
		3. Отсутствие регулировочных приспособлений	2	0.10

Поскольку в каждом кластере сумма значений весовых коэффициентов показателей не превышает 1, то экспертную оценку можно считать согласованной. По результатам экспертных оценок

---

---

можно сформулировать требования к тросовому спасательному устройству. Оно должно храниться в специальном шкафу в рабочем помещении, быть стационарно закрепленным в месте хранения, оснащено в качестве надеваемого снаряжения спасательным жилетом и иметь автомат постоянной скорости спуска.

**Выводы.** Метод экспертных оценок может быть использован для получения численных значений коэффициентов  $r_1, r_2, \dots, r_m$  функции цели, что облегчает построение математической и компьютерной моделей для обоснованного выбора технических спасательных средств и оснащения ими высотного здания. Каждый коэффициент можно представить как сумму баллов, присвоенных экспертами, по соответствующим показателям кластеров. Использовать полученные таким образом коэффициенты прилагаемых допустимо, поскольку интерес представляет именно относительное значение времени самоспасения при сравнении различных ТСС.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Васильченко О.В., Стець М.М. Визначення початкових умов для розрахунку оптимального розміщення рятувальних засобів у висотній будівлі // Зб. тез міжнар. науково-практ. конференції "Техногенна безпека. Теорія, практика, інновації". – Львів: ЛДУ БЖД МНС України, 2008. – С. 231-233.

2. Васильченко А.В., Стец Н.Н. Формирование функции цели для размещения технических средств эвакуации в высотном здании // Сб. науч. трудов УГЗ Украины «Проблемы пожарной безопасности». – Вып.24.– Харьков: УГЗУ, 2008. – С. 34-37.

3. Васильченко А.В., Бахал В.Г., Стец Н.Н. Определение необходимого времени эвакуации людей из высотного здания с помощью технических средств // Сб. науч. трудов УГЗ Украины «Проблемы пожарной безопасности». – Вып.23.– Харьков: УГЗУ, 2008. – С. 57-60.

4. Добров Г.М., Ершов Ю.В., Левин Е.И., Смирнов Л.П. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании.– Киев: Наукова думка, 1974.– 263 с.  
nuczu.edu.ua

Статья поступила в редакцию 18.03.2009 г.